

# **Compte rendu de mission**

Programme Modélisation des Plantes (AMIS)

**Coopération CIRAD-INRIA dans le cadre  
du Laboratoire franco-chinois  
d'Informatique, d'Automatique et de  
Mathématiques Appliquées (LIAMA)**

**Par Philippe de Reffye**

*Mission effectuée du 01/04/98 au 16/04/98 à Pékin par  
Philippe de REFFYE et Frédéric BLAISE*

## 1 Introduction

Depuis quelques temps, le programme de Modélisation des Plantes du CIRAD (AMAP) coopère étroitement avec l'INRIA dans les domaines des mathématiques et de l'informatique appliqués au monde du vivant. Cette coopération qui a débuté en métropole pourrait avoir des prolongements en Chine où l'INRIA est installé au plus haut niveau au sein de l'Académie des Sciences de Chine dans un laboratoire franco-chinois : le Laboratoire d'Informatique, d'Automatique, et de Mathématiques Appliquées (LIAMA). Désireux de voir d'autres établissements publics participer au fonctionnement de cette entité, le LIAMA a financé notre mission afin de trouver des partenaires chinois intéressés à travailler avec le CIRAD, et plus particulièrement avec le programme de Modélisation des Plantes (AMAP). L'objectif de cette mission était de définir un projet de recherche s'appuyant sur les connaissances AMAP en collaboration avec le LIAMA. Ce projet doit être soumis à l'approbation du conseil scientifique du LIAMA, constitué de personnalités scientifiques de Chine et de France, en mai à Pékin. Afin de mieux cerner les enjeux pour le CIRAD, nous rappellerons brièvement l'historique de notre coopération avec l'INRIA avant de présenter le laboratoire franco-chinois.

### 1.1 Historique de la coopération scientifique entre le CIRAD et l'INRIA

Les contacts entre le laboratoire de modélisation du CIRAD et l'INRIA vont en s'intensifiant depuis plusieurs années. Ainsi, le laboratoire mixte iMAGIS de Grenoble (CNRS-INRIA-Université), dirigé par le professeur **Claude PUECH**, entretient des liens étroits avec le CIRAD. Le professeur PUECH est conseiller scientifique de l'AMAP et a largement participé à la reconnaissance d'AMAP dans le monde de l'image de synthèse. En particulier, il pilote des travaux de DEA et des thèses en cours au laboratoire AMAP sur la radiosité appliquée au calcul de la photosynthèse. Depuis 4 ans, le Docteur **Olivier MONGA** (INRIA-Rocquencourt), membre du comité organisateur du CARI (Colloque Africain de Recherche en Informatique), a sollicité AMAP pour participer aux colloques de Ouagadougou en 94 et Libreville en 96. Rappelons que le CIRAD est maintenant coorganisateur avec l'INRIA et l'ORSTOM de ces manifestations informatiques dédiées à l'Afrique. Le Dr MONGA a participé à l'audit du laboratoire de modélisation en 96 et est devenu par la suite conseiller scientifique en infographie pour le projet Corpus 2000 (C2000).

Plus récemment, l'INRIA m'a invité comme conférencier à un colloquium organisé à l'INRIA-Rocquencourt pour présenter nos travaux dans le domaine du vivant. Ces manifestations permettent aux chercheurs et aux chefs de projets de cet institut d'apprécier l'intérêt éventuel que peut représenter pour eux des innovations dans les domaines fondamentaux et appliqués de l'informatique. Le but de cette conférence a été atteint sur le plan scientifique puisque des chercheurs de quatre centres de recherche de l'INRIA ont exprimé leur volonté de collaborer avec AMAP : Rennes, Rocquencourt, Grenoble et Sophia-Antipolis. Des actions ont déjà été engagées. Ainsi, **Frédéric BLAISE** a donné récemment une conférence à l'IRISA (INRIA-Rennes) sur le parallélisme dans la simulation de la croissance des plantes. S'en est suivie une réunion de travail qui a abouti à la mise en place d'actions de coopération entre les deux équipes de recherches. En particulier, des travaux de thèse et de DEA, définis conjointement, porteront sur l'application du parallélisme aux problématiques informatiques de l'AMAP.

Sur le plan administratif, l'INRIA a souhaité mettre en place un accord cadre de coopération scientifique avec le CIRAD. Les directeurs généraux des deux instituts se sont rencontrés et ont convenu de renforcer les liens scientifiques. En particulier, la possibilité d'une action commune en Chine dans le cadre du LIAMA a été évoquée.

## **1.2 Présentation du laboratoire franco-chinois : le LIAMA (voir aussi en annexe)**

L'INRIA a monté en 1997, en collaboration avec l'Académie des Sciences de Chine, un laboratoire de recherche mixte : le LIAMA spécialisé en informatique, en automatique et en mathématiques appliquées. Les missions de ce laboratoire sont les suivantes :

- la conduite de recherches associant des scientifiques chinois et français,
- le développement de relations avec les communautés scientifiques et les industriels français ou chinois,
- la réalisation de prototypes pour l'industrie et les sociétés de services,
- la formation, au travers des activités de recherches visées ci-dessus, d'étudiants et de spécialistes français et chinois.

Le LIAMA est le premier laboratoire de recherche mixte franco-chinois existant en Chine. Il est codirigé par le Dr Olivier MONGA de l'INRIA et le professeur **MA Song De**, directeur de l'Institut d'Automatique de Pékin. Au sein de cet institut qui regroupe six cents chercheurs mathématiciens et informaticiens (soit l'équivalent de l'INRIA), le NLPR (National Laboratory of Pattern Recognition), spécialisé dans les applications de l'informatique graphique 2D et 3D, abrite le LIAMA. Le professeur MA est bien connu des mathématiciens français et plus particulièrement de **J.L. LIONS**. Le professeur MA connaissait déjà AMAP par nos publications à SIGGRAPH et NICOGRAPH.

Le LIAMA n'a pas de chercheurs permanents français. Il accueille sur divers projets des étudiants en stage de courte ou longue durée (dans le cadre de thèses par exemple). Lors de notre passage, nous avons pu y rencontrer des étudiants et des chercheurs français : deux thésards en informatique, un centralien et un polytechnicien. Les étudiants chinois présents au LIAMA sont au nombre de deux : un post-doctorant et un thésard, tous deux en informatique. La capacité d'accueil du LIAMA est d'une douzaine de chercheurs pour l'instant.

Le fonctionnement du LIAMA est articulé autour de projets de recherches en informatique appliquée qui associent obligatoirement des chercheurs chinois et français. Un comité scientifique qui se réunit une fois par an décide de l'acceptation des projets. Ceux qui sont retenus obtiendront un financement. Ces derniers peuvent être d'origine publique ou privée (ex : Matra Systèmes & Information et Dassault Aviation).

Par sa situation, le LIAMA est une porte d'entrée idéale et incontournable pour la recherche et l'industrie française.

## **2 Le projet AMAPagro du CIRAD (voir la proposition pour le LIAMA)**

Ce projet est né au CIRAD. Il est une première tentative de synthèse entre l'approche stochastique qui modélise la structure topologique d'une plante (c'est à dire l'agencement des entités botaniques qui caractérisent l'architecture végétale) et l'approche fonctionnelle qui modélise la fabrication et la répartition de la matière végétale dans la plante.

Les modèles stochastiques développés au laboratoire de modélisation ont donné naissance aux logiciels AMAPmod, spécialisé dans le codage des plantes et le calcul des lois mathématiques du développement, et AMAPsim, spécialisé dans la simulation tridimensionnelle des plantes. Celles-ci poussent selon une morphogenèse propre sans interaction avec l'environnement. Les architectures simulées peuvent être complexes. La géométrie de la plante est obtenue par placage des mesures prises sur le terrain.

Le logiciel AMAPpara, quant à lui, peut simuler la croissance des plantes soumises à de nombreuses interactions avec l'environnement (compétition pour l'espace, taille, paramètres physiques du milieu). En contrepartie, l'architecture des plantes simulées est simple. Les chercheurs particulièrement impliqués dans ce dernier projet ont été **Philippe de REFFYE**, **Frédéric BLAISE**, **Thierry FOURCAUD** et **François HOULLIER**.

Il est à noter que les deux approches (AMAPsim et AMAPpara) ont déjà fait l'objet de validations expérimentales intéressantes.

Le rapprochement avec l'INRIA a montré que le projet AMAPagro pouvait à son avantage se développer au LIAMA qui offrait les garanties d'encadrement scientifique nécessaires. L'intérêt pour le CIRAD de développer au meilleur niveau scientifique une coopération avec la Chine est certain, et correspond pleinement à son mandat. De plus, le renfort de chercheurs chinois informaticiens de haut niveau permet d'espérer une augmentation des objectifs et une accélération de leur réalisation. L'intérêt pour la recherche chinoise réside dans l'acquisition d'une formation dans un domaine nouveau qui est maintenant devenu un enjeu pour l'agriculture moderne. Un partenariat durable entre le CIRAD et les universités chinoises devrait être le résultat attendu de cette coopération.

Ce projet constitue évidemment un point d'entrée en Chine pour le savoir-faire du CIRAD et, par association, de l'INRA, non seulement en matière de recherches mais aussi dans le domaine de la coopération. Sa réalisation rapide est rendue possible par la disponibilité immédiate de Frédéric BLAISE et moi-même en vue d'une expatriation.

### 3 Déroutement de la mission

La mission s'est déroulée du 2 au 14 Avril 1998. Celle ci a été remarquablement préparée et organisée par **Mlle Véronique PRINET** étudiante en thèse au LIAMA depuis deux ans. Sa connaissance de la langue chinoise et sa disponibilité, prise sur son temps de recherche, nous ont été d'un grand secours dans un contexte culturel et scientifique totalement inconnu.

❖ **Jeudi 2 Avril** : Arrivée à Pékin.

❖ **Vendredi 3 Avril** :

◆ **Matin** :

- Accueil du Prof. MA, directeur de l'Institut d'Automatique et codirecteur chinois du LIAMA.
- Discussion avec le **Prof. XIONG Fan Lun** de l'université de Hefei, spécialisé dans les applications de l'informatique à l'agronomie. Il est en liaison avec l'USDA sur le projet Gossym, dans lequel AMAP et le CIRAD-CA sont également impliqués. Il est très intéressé par une coopération avec AMAP pour l'utiliser

comme les américains en tant que visualiseur 3D dans ses systèmes experts. Il nous invite à Hefei la semaine suivante.

- Arrivée d'Olivier MONGA, codirecteur français du LIAMA, et déjeuner avec le directeur de l'Institut, le professeur MA.

◆ *Après-midi :*

- Présentation des projets LIAMA :
  - ✓ Détection et modélisation des zones inondables par télédétection (V. PRINET)
  - ✓ Calcul de la résistance hydraulique des sols décrits par leur structure (J.F. DELERUE)
  - ✓ Visualisation des turbulences dans un tuyau (M. HEYRAU)
- Réunion avec **M. Antoine MYNARD**, Attaché pour la science et la technologie et Responsable du bureau CNRS de Pékin, de l'Ambassade de France en Chine. Celui ci souligne l'importance que le M.A.E porte au LIAMA, première structure de recherche commune franco-chinoise. Le renfort du CIRAD dans le fonctionnement de cette structure est vivement souhaité. Les problèmes liés à la vie pratique en Chine sont évoqués (logement, circulation, scolarité, santé.)

❖ **Lundi 6 Avril :**

◆ *Matin :*

- Exposé de 90 minutes sur les travaux de modélisation du laboratoire AMAP (Agronomie, paysagisme, imagerie) devant une quarantaine de professeurs et d'étudiants, appartenant à diverses universités dont des universités agronomiques. L'accueil est bon et les questions posées à l'issue de l'exposé par les informaticiens et les agronomes montrent leur intérêt.
- Le **Prof. HU Baogang** du NLPR et le **Prof. SUN Bao-Qi**, agronome de l'Université Agronomique de Chine à Pékin, nous fixent des rendez-vous pour discuter du projet CIRAD.

◆ *Après-midi :*

- Visite des projets du NLPR. Les sujets de recherche concernent la robotique, l'imagerie médicale, la reconnaissance de formes, la classification automatique d'images, l'utilisation d'Internet pour des consultations médicales à distance (son et image).

❖ **Mardi 7 Avril :**

◆ *Matin :*

- Réunion avec **M. Jean-Yves MERLET**, Consul de France. Il nous présente le contexte politique d'une Chine en pleine expansion et qui s'ouvre sur l'extérieur. Il souligne l'importance de renforcer la coopération scientifique par la présence de chercheurs français, et leurs rôles à jouer comme précurseurs du développement des échanges industriels.

◆ *Après-midi :*

- Réunion avec le Prof. MA au LIAMA. Discussion autour du projet AMAPagro et de notre venue éventuelle pour le mettre en œuvre. Il a été très intéressé par l'aspect pluridisciplinaire de ce projet qui correspond bien aux préoccupations de l'Institut. Il est donc très favorable au projet et souhaite nous accueillir le plus tôt possible dès son acceptation par le comité scientifique. Il nous recommande le Prof. HU comme co-partenaire Chinois pour le NLPR.



- Réunion avec **M. J. PERIAUX** de Dassault Aviation au sujet du financement de projets LIAMA par Dassault. Cette réunion a bien montré l'intérêt de ce laboratoire pour les entreprises françaises comme point d'entrée en Chine.

❖ **Mercredi 8 Avril :**

◆ ***Matin :***

- Réunion de travail entre ciradiens pour commencer à compléter notre projet, compte tenu de nos premières observations.

◆ ***Après-midi :***

- Réunion avec le Prof. HU qui se propose de se joindre au projet AMAPagro. Il a passé son PhD au Canada et y est resté quelques années comme enseignant. La discussion porte sur sa contribution propre et celles de ses étudiants qu'il se propose d'adjoindre en master ou PhD dans les différentes tâches du projet. Il est convenu qu'il nous remettra la rédaction de sa contribution la semaine suivante.

❖ **Jeudi 9 Avril :**

◆ ***Matin :***

- Départ pour Hefei, ville située à environ 1000 km au sud de Pékin, afin de visiter l'Institut d'Intelligence Artificielle et le laboratoire du Prof. XIONG. Mlle Prinnet nous accompagne.

◆ ***Après-midi :***

- Découverte du campus dans lequel est installé l'Institut.

❖ **Vendredi 10 Avril :**

◆ ***Matin :***

- Nous sommes accueillis par le **Prof. MENG Xian Xi**, directeur de l'Institut d'Intelligence Artificielle de l'Académie Chinoise.
- Exposé de 90 minutes sur les travaux de modélisation du laboratoire AMAP, devant une trentaine de professeurs et étudiants informaticiens et agronomes. L'exposé était plus ciblé vers l'agronomie que le précédent.
- Visite des laboratoires d'informatique du campus. L'université de Hefei est la quatrième université de Chine. L'institut que nous visitons est comparable dans ses activités à l'Institut d'Automatique de Pékin. La robotique et le domaine de la vision par ordinateur y sont bien développés.
- Déjeuner avec le directeur MENG et le professeur XIONG.

◆ ***Après-midi :***

- Discussion avec le professeur XIONG et son équipe. Il propose de rajouter une septième tâche au projet : interfaçage entre ses systèmes experts (prédiction du rendement de cultures telles que le coton, le blé, le riz) et l'architecture végétale AMAP. Il est disposé à détacher des étudiants sur ce projet, et se propose d'être le deuxième partenaire chinois du projet AMAPagro. Il entreprend donc de rédiger sa contribution.
- Le Prof. XIONG nous a reçus très chaleureusement. Son équipe, composée d'informaticiens et d'agronomes, semble tout à fait compétente et motivée, et paraît être un partenaire idéal pour assurer la jonction entre l'agronomie et l'informatique. Leur domaine de connaissance recouvre assez bien celui d'AMAP.
- A ce stade de la mission, l'enjeu principal (déterminer des partenaires chinois) était atteint.

❖ **Samedi 11 Avril:**

- ◆ Retour à Pékin.

❖ **Dimanche 12 Avril:**

- ◆ Matinée au LIAMA pour restructurer le projet AMAPagro.

❖ **Lundi 13 Avril :**

- ◆ *Matin :*

- Travail au LIAMA : intégration dans le projet AMAPagro des contributions de nos partenaires chinois.

- ◆ *Après-midi :*

- Visite au Prof. SUN de l'Université d'Agriculture de Chine. Le Prof. SUN a fait sa thèse d'agronomie en France à Rennes dans le cadre de l'INRA et parle très bien le français. La méthodologie AMAP l'intéresse et il souhaite l'appliquer au blé et au coton. Il est prêt à engager des étudiants sur la voie des applications de la méthode architecturale à l'agronomie. Cependant, cette coopération ne pouvant s'intégrer directement dans le projet LIAMA, une collaboration bilatérale entre l'Université et le CIRAD est évoquée dans l'hypothèse où nous serions effectivement présents en Chine pour une période de plusieurs années.
- Le **Prof. XIA**, un collègue du Prof. SUN, m'a contacté par mail depuis l'Italie où il effectue un stage. Il a fait également sa thèse en France en arboriculture. Il s'est montré intéressé de participer à notre projet.

❖ **Mardi 14 Avril :**

- ◆ *Matin :*

- Finalisation du projet AMAPagro.

- ◆ *Après midi :*

- Remise du projet AMAPagro au professeur MA, après intégration des contributions de nos différents partenaires chinois. Le professeur MA nous réitère son intérêt scientifique pour notre projet et son souhait que nous le développions au sein du LIAMA. Il faudra toutefois attendre la mi-mai pour avoir le feu vert du comité scientifique. Nous sommes raisonnablement optimistes quant à l'acceptation du projet aux vues de l'engagement fort de l'INRIA et de l'intérêt qu'il a suscité auprès de nos collègues chinois.

❖ **Mercredi 15 Avril :**

- ◆ *Matin :*

- Au LIAMA, dernières discussions avec le professeur HU. Nous lui enverrons des documents préalablement à notre venue afin qu'il puisse débiter une formation en architecture végétale avec ses étudiants.

- ◆ *Après-midi :*

- Une réunion avec M. MYNARD à l'Ambassade de France nous permet de lui restituer un premier bilan de notre mission. Il nous confirme son intérêt et son soutien total au projet CIRAD. Si notre venue en Chine pour septembre 1998 se confirme, il souhaite organiser une visite du LIAMA à l'occasion de la venue en Chine d'une délégation ministérielle du gouvernement français. Elle serait conduite par **M. le Premier Ministre Lionel JOSPIN**, accompagné entre autres de **M. le Ministre de l'Education Nationale, de la Recherche et de la Technologie Claude ALLEGRE**. Nul doute que cette visite permettrait de mettre en valeur

l'action du CIRAD en terme de qualité des recherches menées et de capacité à mettre en place des collaborations scientifiques internationales au plus haut niveau.

#### 4 Bilan de la mission en Chine

Cette mission a été très bien organisée par le LIAMA. Nous remercions vivement le Prof. MA Song De et le Dr Olivier MONGA, codirecteurs du laboratoire franco-chinois, pour la qualité de sa préparation et de son déroulement, ainsi que pour l'accueil très cordial que nous y avons reçu. Ce séjour nous a permis de nous faire un point de vue très positif de la qualité, de l'organisation et du fonctionnement de la recherche chinoise, aussi bien dans le domaine informatique que dans le domaine agronomique.

Par ailleurs, l'accompagnement logistique de Mlle PRINET nous a été très précieux. En prenant sur son temps de recherche, elle a rendu possible la réalisation des objectifs de cette mission malgré sa durée relativement brève de deux semaines. Nous la remercions donc chaleureusement.

L'objectif de la mission était d'estimer la faisabilité d'un projet de recherche AMAP dans le cadre d'une structure scientifique chinoise en coopération avec l'INRIA. L'appui de l'INRIA et l'intérêt des Universités chinoises pour notre travail font que le projet AMAPagro semble pouvoir s'insérer naturellement dans la structure du LIAMA. Les avantages retirés par chacune des parties dans l'éventualité d'une telle collaboration apparaissent clairement :

- Pour les chercheurs chinois, il s'agit d'acquérir un savoir-faire dans une nouvelle approche de la recherche agronomique où l'informatique joue un rôle prépondérant. Ce type d'approche connaît un intérêt scientifique croissant. L'expérience importante acquise par le CIRAD lui permet d'être considéré comme un des leaders sur le plan international.
- Pour le laboratoire AMAP, il y a une possibilité d'augmenter le volume du projet, grâce au renfort de chercheurs chinois de haut niveau, et de le mener plus vite à son terme. En outre, cette coopération devrait aboutir à des liens durables.

Les trois centres de recherches impliqués dans le projet AMAPagro représentent bien les champs disciplinaires constituant AMAP :

1. Le NLPR apporte le domaine des mathématiques appliquées et l'informatique.
2. L'Université de Hefei: les applications de l'informatique à l'agronomie.
3. L'université d'agriculture de Chine à Pékin : la mise en œuvre des théories développées pour l'agriculture.

Cette organisation est semblable au réseau de recherche que nous avons monté en France entre l'INRIA, le CIRAD et l'INRA. Les conditions d'un bon fonctionnement sont donc à priori constituées.

Il faut ajouter que, au-delà du projet AMAPagro, nous espérons progressivement intéresser nos collègues sur les autres projets du laboratoire : C2000, AMAPmod, etc. Cela nous permettrait d'étendre notre proposition de collaboration à d'autres parties du programme de Modélisation des Plantes.

A notre retour, nous avons d'ailleurs appris que le CIRAD et l'INRA envisageaient d'ouvrir une délégation permanente en Chine. Il serait donc souhaitable que cette ouverture soit menée en concertation avec l'INRIA qui, au travers du LIAMA, a acquis une expérience de



coopération avec la Chine. Notre projet s'inscrirait ainsi dans le cadre de la collaboration entre les 3 établissements.

Enfin, nous avons conscience de l'ampleur de la tâche qui nous attend à l'avenir, F. BLAISE et moi-même, dans un environnement que nous ne connaissons pas avec des difficultés de fonctionnement qui restent à découvrir. Nous serons les premiers chercheurs français appartenant à un institut de recherche public basés à Pékin dans une structure mixte. Cependant, nous sommes certains de la bonne volonté et de la compétence de nos partenaires, et nous pensons avoir acquis une expérience dans le montage et la réalisation de projets qui nous permettra de concrétiser cette collaboration. L'enjeu de ce projet, autant scientifique que culturel, ne peut qu'être que motivant et enthousiasmant. Nous sommes donc définitivement candidats à l'expatriation après cette mission au LIAMA, et nous espérons que la mise en place administrative du projet nous permettra d'être opérationnels dès septembre 1998. Cette date est importante afin de pouvoir, d'une part, sélectionner des étudiants en DEA, en thèse ou en post-doctorat pour les besoins du projet AMAPagro, et, d'autre part, assurer dans de bonnes conditions la visite de la délégation ministérielle française.

## **ANNEXES**

- Projet AMAPagro
- Présentation du LIAMA
- Présentation du NLPR

**Proposal between CIRAD and NLPR  
for the Sino-French Laboratory  
(LIAMA)**

*The AMAPagro Project*

# Stochastic, functional and interactive models for plant growth and architecture

## 1 ) Objectives

Computer scientists have been interested in 3D plant representation since many years. Growth is simulated through mathematical models (fractals, grammars, automata, etc.) and architecture visualisation by means of image synthesis. However, the knowledge gained from plant morphogenesis rules is not taken into account in these models. Agronomists are now trying to model plant functioning and yield, by relying on the methods used by computer scientists and by linking plant architecture to physiological processes. The trend is to simulate virtual plants and plantations that react to physical environmental variations, and that allow to improve farming practices and forestry. The scope is important: virtual agronomic or silvicultural experiments should spare a great amount of time and field trials.

## 2 ) Nature of the work to be carried out

### (A ) *Present state of the knowledge in the field of plant modelling*

Scientific advances have occurred in several fields which need to be merged. Botany opened the study of plant architecture thanks to the notion of architectural model (Hallé and Oldeman). Mathematicians worked out universal methods of coding and stochastic modelling on empirical data. Ecophysiological defined the mechanisms of hydraulic transfers within the plant and of light interception by plant cover. At last, computer scientists, with computer graphics images, solved the problems of growth of 3D plants in a virtual space.

However, we are far from integrating in a sole model the advances of all these fields. If we except purely mathematical models dedicated to computer graphics science (fractals, etc.), it is possible to classify numerical models of plant architecture into two parts: morphogenetic models and functional models.

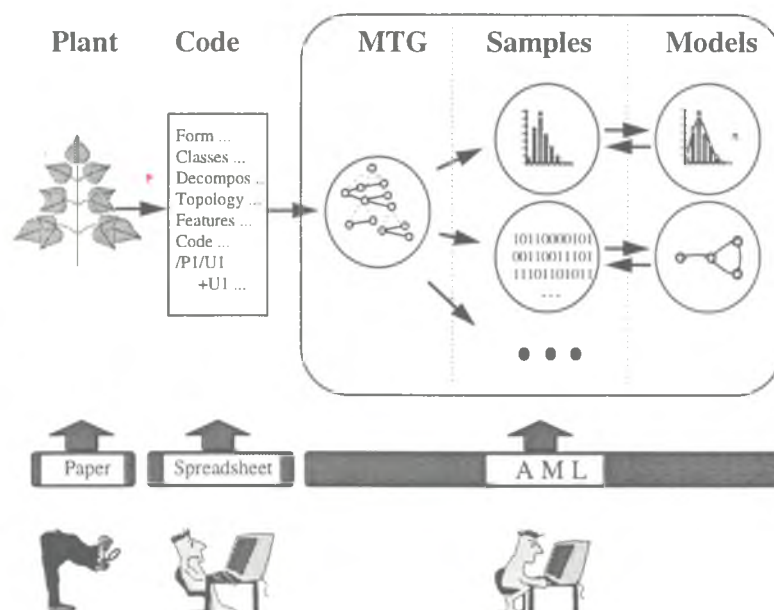
The first class mainly concerns L-systems computer grammars and the AMAPsim software based on computer automata and developed in the AMAP laboratory (CIRAD-INRA). The plants obtained are faithful to botany and are built according to morphogenetic rules, without real interaction with environment. Geometry measured from experimental data is added, but not explicitly calculated as the result of the physiological functioning.

The second class includes models which more or less deeply integrate the physiological mechanisms of growth. Calculation of photosynthesis is made via light interception in a plant cover described by the model and by transpiration via internal or hydraulic plant architecture. Allocation of photosynthesis products (assimilates) is realised within the plant structure to participate in its construction, and therefore in its geometry. These models are rough from a botanical point of view and, when trees are concerned, it only addresses mid-size plants. Nevertheless, they take into account environmental physical parameters (temperature, sunlight, hydraulic stress) and their variations during morphogenesis. The Finnish model LIGNUM, and the GOSSYM model of the USDA on cotton plant do belong to this classification. Only the GROGRA model from the University of Göttingen and AMAPpara of CIRAD-INRA really integrate competition for space between plants in a stand thanks to the voxel space technique.

### (B) *The know-how of CIRAD-INRA plant modelling laboratory*

The AMAP laboratory (CIRAD-INRA) is specialised in plant growth and architecture and their applications in agronomy and computer graphics science. Several parallel approaches, whose synthesis had not yet been realised, have been made in the laboratory:

- the AMAPmod project (fig.1): This project is based on a universal plant coding method for field measurements. The AMAPmod software contains a database management system which enables the user to store, organise and retrieve data according to botanical rules. A specific language (AML: Amap Modelling Language) was developed for this purpose. Data can be extracted under the form of histograms or series which one then used to drive and fit stochastic models that describe the functioning of the buds (i.e. growth, mortality and axillary productions). Adjustments between field observations and distributions coming from stochastic models are valuable and can be considered as a validation. This tool also enables to re-build digitised plants.



**Figure 1** Synoptic graph of AMAPmod software (MTG *Multilevel Tree Graph*, AML *AmapMod Language*).



- the AMAPsim project: this project aims at simulating the growth and architecture of plants whose growth, mortality and branching distributions have been modelled via AMAPmod. With the resulting 3D models, it is not only possible to visualise the created plant, but also to let it “function” at the very development stage where morphogenesis was stopped. First, we simulate the production of the plant during its growth. According to the topological and geometrical position within the tree the various buds do not function in the same way. One can thus calculate/compute plant-environment interactions. Thanks to its mesh, the 3D model is open to numerical calculation (finite elements...). Light interception by the model, for example, can be computed through radiosity methods. As well, transpiration under the action of hydraulic potential, while defining the conductances of architectural elements of the model, can be estimated. Other applications, like radar echo, or inflammability, successfully use the 3D mock-ups generated by the model. The drawback with such simulation is that one cannot intervene during morphogenesis to modify plant development. The advantage is that a great botanical accuracy is obtained (fig.2-3).



**Figure 2** Alep pinus (20 year-old).



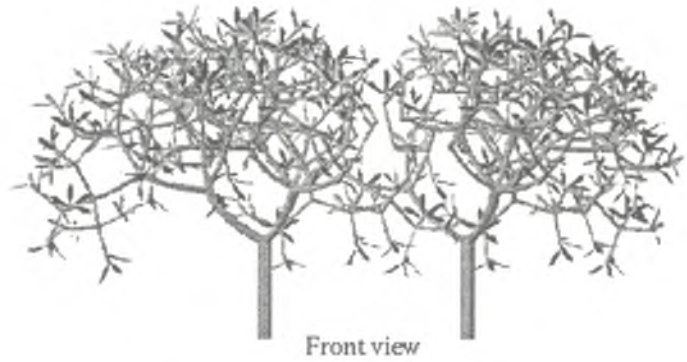
**Figure 3** Tobacco plant (90 day-old).

- the AMAPpara project: this project aims at modelling plant-environment interactions. Fresh matter produced by photosynthesis is calculated at each growth cycle according to transpiration, itself depending on the climatic demand and on the hydraulic resistance of the architecture of the plant. Plant growth involves feed-back mechanisms: the architecture of cycle  $N$  creates the fresh matter, which will be used to build the botanical elements of the following cycle according to allometry rules. Hydraulic resistances of each organ depend on the quantity of fresh matter that constitutes it, and therefore on its development stage. The virtual plants of AMAPpara are reactive to light availability (fig.4,7), space competition (fig.5) and direct human activities (e.g. pruning), because a clock defines the physical parameters of the environment at each cycle, and space is discretized in voxels, which are used to

manage competition phenomena. A mechanics module allows to calculate plant equilibrium (fig.6). The disadvantage of AMAPpara relies on the fact that it is built around a “simplified” botanical description of plants and that it does not include stochastic aspects.



**Figure 4** Search for light.



**Figure 5** Competition for space.



**Figure 6** Mechanical equilibrium of a plant.



**Figure 7** Radiosity simulation (Bright-iMAGIS).

**(C) *AMAPagro project: stochastic virtual plants, functional and reactive for agronomic education and research.***

The AMAPagro research project that we are proposing for LIAMA, consists in the realisation of a synthesis of the sectorially gained/acquired experience in the above-mentioned projects realised at CIRAD.

The project should last 2 years (with possible extension). The characteristic of this project will be to study interactions between the stochastic component of morphogenesis and the ecophysiological functioning of the plant. It is worth saying that morphogenesis, from the point of view of the topological structure resulting from the stacking of botanical entities set up during time, first of all depends on a genetic programme. This programme evolves more or less rapidly, according to the available resources (light, temperature, water, etc.). The volume and the geometry of the organs depend on the photosynthesis and the allocation during growth, i.e. of the functioning. At first sight, there is a certain independence between topological structure and plant geometry. However, interactions that have never been taken into account until now exist at several levels.

Actually, if there is an endogenous hazard to bud functioning itself, there are apparently random events which may only occur when some precise conditions are realised:

- Thus the reiteration or duplication of the architectural model can only occur if plant vigour is sufficient. There is therefore a feed-back of geometry on morphogenesis.
- There is a great interaction in some plants (e.g. fruit trees) between branch bending and growth. There is therefore a feed-back between plant mechanics and architecture.
- Light unshapes the symmetry of tree crowns by helping or not the development in some directions, or else by changing the direction of branches.
- The obstacles that hinder the development of a plant (physical obstacles, neighbourhood of other plants, etc.) introduce some noise since they modify the development of the branches.

This project will give the opportunity to distinguish the origin of random factors in plant architecture with a greater accuracy.

We think that the modelling of such kind of interactions between functional and stochastic processes should be of great methodological interest. It necessitates the collaboration of specialists in the fields of applied mathematics (stochastic processes, mechanics, computer science - radiosity, vision -, and of course biology - botany, agronomy, physiology).

One of the expected results, in addition to methodological developments, concerns the development of a growth simulator which should address both agronomic education and research. Through its educational qualities, it should allow students to simulate the future of a stand under various climatic and cultural itineraries, and to visualise the results. With its inference modules, it should be possible to calculate, from field experiments, the stochastic parameters (EM

algorithms) and the functional parameters (optimisation algorithms) of the model for a given plant.

AMAPagro project can be subdivided in several tasks:

- Task 1  
To develop a computer graphics interface in order to program an automaton, whose stages will control plant morphogenesis (made by French student from INRIA ?).
- Task 2  
To develop the new version of the growth engine, which will integrate morphogenesis and functioning.
- Task 3  
To improve the procedures for estimating functional parameters which are not measurable.
- Task 4  
To simplify complex architectures by means of “*apprenticeship*” in order to simulate a forest stands while optimising computing time and sparing memory.
- Task 5  
Interface BRIGHT and AMAPpara software: simulation of light interception and simplification of plant architecture (made by French student from Grenoble ?).
- Task 6  
Training on the AMAP methods for one or more agronomists on either agronomical, forests or horticultural plants.
- Task 7  
Link between agricultural expert system and AMAP system.

## **(D ) Contributions of the partners**

### **❖ French part**

CIRAD could manage the project as far as modelling is concerned, by putting at LIAMA's disposal 2 plant architecture modelling and simulation senior specialists.

The *Laboratoire de Rhéologie du Bois de Bordeaux* (LRBB) could develop the ecophysiological and mechanic modules.

The iMAGIS laboratory at Grenoble could adapt the BRIGHT radiosity model to radiative transfer within plant cover.

The methodological support could be provided by a post-doc computer scientist appointed by INRIA.

### **❖ Chinese part**

Chinese partners in the fields of computer science and agronomy need to be found. The computer science faculty of Beijing could provide two students as local support, both in methodology and



development. The agronomic faculty could provide plant material and students to be trained on the model on Asiatic plants.

### 3 ) *Financial information*

#### (A ) *Student*

Profile description:

Origins	Speciality	Number	
		1 <sup>st</sup> year	2 <sup>nd</sup> year
China	Computer Scientist	3	3
	Biologist	1	2
France	Computer Scientist	2	2
<b>Total</b>		<b>6</b>	<b>7</b>

These students will work in the scope of specific tasks. Task 2 will be specially carried out by MM. De Reffye and Blaise.

Cost:

Origins	By month (KFF/\$US)	Number		Cost (KFF/US\$)	
		1 <sup>st</sup> year	2 <sup>nd</sup> year	1 <sup>st</sup> year	2 <sup>nd</sup> year
China	0.75 / 115	4	5	36 / 5538	45 / 6923
France*	0 / 0	2	2	0 / 0	0 / 0
<b>Total (KFF/\$US)</b>				<b>36 / 5538</b>	<b>45 / 6923</b>

\* The French students will be chargeable to French funds.

#### (B ) *Equipment budget*

CIRAD software programmes are developed on SILICON GRAPHICS workstations. It seems compulsory that there be at least 2 stations and 4 PC to ensure the success of the project. The current applications of plant models of CIRAD and the training will be done on SILICON GRAPHICS. The AMAPagro project will be carried out on PC.

First year:

Equipment	Price (KFF/\$US)	Quantity	Total (KFF/\$US)
Silicon Graphics O2 R5000 SC + Development software	75 / 11600	2	150 / 23200
PC HP Pentium II + Software	15 / 2300	4	60 / 9200
Devices (data storage, scanner ...)	40 / 6154	1	40 / 6154
<b>Total (KFF/\$US)</b>			<b>250 / 38554</b>



**Second year:**

Nature	Price (KFF/\$US)	Quantity	Total (KFF/\$US)
<i>Computer maintenance (10% of initial price)</i>	21 / 3240	1	21 / 3240
<i>PC HP Pentium II + Software</i>	15 / 2300	1	15 / 2300
<b>Total (KFF/\$US)</b>			<b>36 / 5540</b>

**(C) Missions**

It seems reasonable to plan 10 missions per year between France and China for different partners:

- 3 missions CIRAD,
- 2 missions iMAGIS (if a student contributes to AMAPagro/radiosity module development),
- 1 mission LRBB,
- 4 missions for LIAMA colleagues.

**Mission cost :**

Nature	Cost (KFF/\$US)	Quantity	Total (KFF/\$US)
<i>Travel</i>	7 / 1077	1	7 / 1077
<i>Allowance/day</i>	0.65 / 100	14	9.1 / 1400
<b>Total per mission (KFF/\$US)</b>			<b>16.1 / 2477</b>
<b>Total per year (KFF/\$US)</b>			<b>161 / 24770</b>

**(D) Summary**

	Nature	Cost (KFF/\$US)
<b>First Year</b>	<i>Students</i>	36 / 5538
	<i>Equipment</i>	250 / 38554
	<i>Missions</i>	161 / 24770
	<b>Total</b>	<b>447 / 68862</b>
<b>Second Year</b>	<i>Students</i>	45 / 6923
	<i>Equipment</i>	15 / 2300
	<i>Maintenance</i>	21 / 3240
	<i>Missions</i>	161 / 24770
	<b>Total</b>	<b>242 / 37233</b>
<b>Total (KFF/\$US)</b>		<b>689 / 106095</b>

## 4 ) *Presentation of the partners*

### (A ) *CIRAD-AMAP*



#### **Scientific leader :**

François Houllier (francois.houllier@cirad.fr)  
CIRAD – AMAP  
BP 5035  
34032 Montpellier CEDEX 1  
France  
Tel (+33) 4-67-59-38-57  
Fax (+33) 4-67-59-38-58  
<http://www.cirad.fr/>

**Key words:** Computer Science, Modelling, Applied mathematics, Agronomy, Biology, Simulation.

#### **□ Short presentation of the lab**

The AMAP laboratory, created by Philippe de REFFYE 12 years ago and currently directed by François Houllier, is a French laboratory specialised in computer applications to agronomy. It is also an associated laboratory between CIRAD and INRA. The staff is composed of 20 researchers and 10 students. They are mathematicians, computer scientists, agronomists and biologists who develop crop growth models based on the architecture of plant analysis and 3D computer simulations.

#### **□ Research themes**

AMAP laboratory has produced a lot of scientific papers on the subject and has carried out softwares applied to agronomy and natural scenarios based on computer graphic techniques. We can describe the scientific activity with 5 research fields:

- ✓ Biology: plant architecture description
- ✓ Modelling: development of specific mathematical tools for data analysis
- ✓ Simulation: software development for plant growth simulation
- ✓ Image processing
- ✓ Remote sensing and GIS

#### **□ International and industrial relations**

AMAP co-operates in France with universities, French research center (CNRS, INRIA) and also foreign countries laboratories:

- ✓ University of Marne-la-Vallée (applied mathematics) , Louis Pasteur university of Strasbourg, LIRMM, EERIE.
- ✓ Ecole Nationale Supérieure du Paysage de Versailles, Ecole d'Horticulture de Saint-Illan, E.N.I.T.H. d'Angers.
- ✓ Universität de Göttingen (Computer science applied to forestry) (Germany), Centre

Régional Universitaire de Bariloche (Argentine), Tokai University (Japan).

- ✓ Tokyo University of Forest (Japan), Chiba university (Japan), Kumamoto university (Japan), Centre Horticole de Lullier (Switzerland), Universität für Bodenkultur (Austria), Osoola Beira Agueira (Portugal), University of Maryland (US), Mississippi State University (US)

## **(B) iMAGIS (GRAVIR-IMAG & INRIA)**

iMAGIS is a joint project of CNRS, INRIA, INPG and UJF



Claude Puech (Claude.Puech@imag.fr)  
iMAGIS / GRAVIR-IMAG  
BP 53  
38041 Grenoble Cedex 9  
France  
Tel (+33) 4-76-51-46-90  
Fax (+33) 4-76-63-55-80  
<http://www-imagis.imag.fr/>

### **Scientific leader :**

**Key words:** Computer Graphics, Image Synthesis, Rendering, Animation, Computational Geometry, Lighting Simulation, Radiosity, Implicit objects, Visibility, Virtual Reality.

### **□ Short presentation of the lab**

The research at iMAGIS is driven by the simulation of complex phenomena. Users of virtual prototypes, such as scientists, engineers and architects, require interactive environments where they can create realistic models and run efficient simulations. Using current graphics systems, these competing requirements cannot be mutually satisfied. Therefore, our research focuses on finding acceptable compromises using innovative approaches. To this end we are both investigating fundamental problems and applying this new technology to practical systems. Fundamental issues include the development of efficient algorithms and the creation of geometric or physical models. Among our application domains are site evaluation, training simulators, medical images, and scientific visualisation.

### **□ Research themes**

- ✓ Modelling the shape of complex objects: procedural techniques, constraint systems, high-level primitives, construction by deformation of simple shapes, etc.
- ✓ Modelling the physical behaviour of deformable objects: construction, simulation of movement, interactive manipulation, collision detection and response.
- ✓ Modelling light and its interaction with objects: use of complex reflectance models (diffuse and specular reflection), global illumination and interactive simulation.
- ✓ Study of fundamental geometric problems linked to the notions of visibility and coherence.

### **□ International and industrial relations**

- ✓ TMR programme "Platform for Animation and Virtual Reality"

- ✓ International collaborations with MIT, Cornell University, Stanford University, University of Toronto, Université de Montreal, Università di Girona, Erlangen-Nuremberg University
- ✓ Industrial relations with CNET, Alias/Wavefront, BRGM, etc.

**(C) *Laboratoire de Rhéologie du Bois de Bordeaux***

**UMR 0123**

**Unité Mixte C.N.R.S - I.N.R.A - UNIVERSITE BORDEAUX I**



Pierre MORLIER (morlier@lrbb3.pierroton.inra.fr)  
 LABORATOIRE DE RHÉOLOGIE DU BOIS DE BORDEAUX  
 Domaine de l'Hermitage - BP 10  
 33610 CESTAS GAZINET  
 FRANCE  
 Tel (+33) 5 57 97 91 00  
 Fax (+33) 5 56 68 07 13  
<http://lrbb3.pierroton.inra.fr>

**Scientific leader :**

**Key words:** Wood rheology, Creep behaviour, Duration of life, Breaking mechanic, Probabilistic tools, Tree biomechanic, Thermo-hygro-mechanic.

□ **Short presentation of the lab**

Created in 1990, LRBB is a mixed unit of research, associated with the CNRS, INRA and the University of Bordeaux I. The Laboratory is composed of researchers and lecturers whose areas of research cover three main fields: wood rheology of wood-based composite materials, wood-use in civil engineering and tree mechanics. In each of these areas, the laboratory is concerned with both scientific innovation and teaching research techniques to students. Therefore, five PhD students and several work placement students are employed every year. These young researchers work on a variety of subjects, ranging from tree stability, understanding behaviour of materials, the modification of wood by thermo-hygro-mechanics and the behaviour of constructions made from wood.

□ **Research themes**

- ✓ Wood rheology is a science which covers many aspects and mainly deals with the mechanical behaviour of wood and wood-based composites in a particular environment. In particular, the mechanical response of materials to an aggressive environment, e.g. during shocks are studied.
- ✓ Wood as a civil engineering structure is studied with regards to structural size. Projects include creep behaviour and duration of life of timber and wood-based composites (glulam, etc.) in a variable climate.
- ✓ Tree biomechanics is concerned with the interactions between the growth of living structure in an environment, and its response to mechanical perturbations of short or long duration. Two major themes are studied:
  - tree stability and biomechanical behaviour of root systems;
  - growth stresses and their consequences on the internal structure of the tree.

□ **International and industrial relations**

- ✓ European programs (CRAFT, BRITE)
- ✓ International collaborations with Technology University of Helsinki (Finlande), Polytechnic School of Yaoundé.

- ✓ Industrial relations with ISOROY, MDF Aquitaine, CEA, EDF, CTBA, CEBTP, etc.

## **(D) National Laboratory of Pattern Recognition**

### **Institute of Automation, Chinese Academy of Sciences**

#### **Scientific leader :**

Tan Jie Nia (tanjn@prlsun2.ia.ac.cn)  
 National Laboratory of Pattern Recognition  
 Institute of Automation  
 Chinese Academy of Sciences  
 P.O. Box 2728,  
 Beijing, 100080  
 China  
 Tel: (+86)-10-62542971  
 Fax (+86)-10-62551993  
[Http://www.ia.ac.cn/nlpr/](http://www.ia.ac.cn/nlpr/)

**Key** Pattern recognition, computer graphics, image processing, speech recognition,  
**words:** Robotic vision, cognitive science, multimedia technology, intelligent systems.

#### **□ Short presentation of the lab**

The National Laboratory of Pattern Recognition (NLPR) was established in 1987 and is one of the State Key Laboratories in China. It is affiliated to the Institute of Automation of Chinese Academy of Sciences. The NLPR specialised in fundamental and applied research in the area of pattern recognition, including computer vision, image processing, multimedia technology, and man-machine speech communication. The mission of the NLPR is to develop novel theories and technologies in the area of pattern recognition, to provide postgraduate studies for both master and doctorate students, to facilitate technology transfer to industries, and to promote international exchange and collaboration. The LIAMA is located at the Lab. Professor Ma, Songde, being the Director of the Lab, is also the Chinese Director of the LIAMA.

#### **□ Research themes**

- ✓ Fundamental problem studies: visual cognition process, computational theory and complexity of vision problem, computational learning and approximation theory, regularisation theory, low to intermediate level vision, scale-space theory and Hough and Wavelet Transforms.
- ✓ Image processing: 3D visualisation, segmentation, scale space representation, feature extraction, image registration and matching, texture mapping.
- ✓ Man-machine speech communication: robust feature extraction, acoustic and language modelling, speech recognition, neural information processing, speech data base, speech I/O systems assessment, hybrid systems.
- ✓ Application-oriented studies: signal/image classification, remote sensing, multimedia consultation conference system for medical experts, Quasar spectrum recognition, medical image, robotic vision, Mosaic techniques, human identification system.

#### **□ International and industrial relations**

- ✓ INRIA, French



- ✓ LIAMA, French/China
- ✓ Hong Kong Chinese University
- ✓ Sheng Zheng Our Science and Technology Development Lim., China
- ✓ Beijing Wan Dong Medical Equipment Co., China
- ✓ National Library, Beijing, China
- ✓ Motorola Advanced Man-machine Communication Technology Laboratory, Beijing, China

**(E) Dept. of Knowledge Engineering, HIIM, CAS**

Fan-Lun Xiong ([flxiong@ustc.edu.cn](mailto:flxiong@ustc.edu.cn))  
 Hefei Institute of Intelligent Machines  
 Chinese Academy of Sciences  
 P.O. Box 1130  
 Hefei, Anhui 230031  
 China  
 Tel (+86) 551-5129414, 5128179  
 Fax (+86) 551-5128179, 5591100

**Scientific leader :**

**Key words:** Expert Systems, Developing Tools for Expert systems, Machine Learning, Neural network, Knowledge Discovery, Image Processing, Mixing of Images and Graphics.

□ **Short presentation of the lab**

Dept. (lab) of Knowledge Engineering, Hefei Institute of Intelligent Machines, Chinese Academy of Sciences (HIIM, CAS) has been focusing on Intelligent Systems such as Expert Systems and tools, Neural Network, Genetic Algorithms, Machine Learning, Data Mining in Agriculture for 15 years. Several dozen of expert systems for agriculture has been applied in several hundreds Counties in most of provinces and has got great profits for farmer. These achievements have been got support and concern from the national government, NSF of China, 863 national plan etc. Among these, the cotton expert system have been applied successfully, and is using Gossym model technique with USDA. We also did some researches in the areas of morphological and graphics, etc. Our research shows that by combining these tools and the technique of mixing images and graphics, it is possible to rendering graphics/images in a much faster way with limited memory.

□ **Research themes**

- ✓ Linkage of agriculture expert systems with AMAP for simulating the growth and architecture of plant, recommendation to farmers in fertilisation, irrigation, growth regulation, pest control, etc.
- ✓ Application of Computer Graphics, Morphogenetic Model, 3D Animation, even Virtual Reality into Agricultural expert systems such as cotton system.
- ✓ Combination of morphological and Fractal tools to generate graphics of plants.

□ **International and industrial relations**

- ✓ Agricultural Research Service (ARS) of USDA
- ✓ United Nations Centre for Regional Development (in Japan)
- ✓ International collaborations with Monash University of Australia, University of California (Davis)

## References

- Blaise F. & Reffye (de) Ph. 1994.** Simulation de la croissance des arbres et influence du milieu : le logiciel AMAPpara. *In* : Tankoano J (ed) Proceedings of the 2nd African Conference on Research in Computer Science (CARI'94), 12-18 October 1994, Ouagadougou, Burkina Faso, INRIA, ORSTOM, pp. 61-75.
- Reffye (de) Ph., Edelin C., Françon J., Jaeger M. & Puech C., 1988.** Plant models faithful to botanical structure and development. *Computer Graphics*, Vol.22, N°4, pp.151-158.
- Reffye (de) Ph. & Houllier F. 1997.** Modelling plant growth and architecture. Some recent advances and applications to agronomy and forestry. *Journal of the Indian Academy of Sciences, Current Science*, India.
- Reffye (de) Ph., Houllier F., Blaise F. & Fourcaud T. 1997.** Essai sur les relations entre l'architecture d'un arbre et la grosseur de ses axes végétatifs. *In* Bouchon J., Reffye (de) Ph. & Barthélémy D. (Eds), *Modélisation et simulation de l'architecture des arbres*, INRA, Science Update, pp. 255-423.

Laboratoire  
franco-chinois  
de recherche en  
informatique,  
automatique  
et mathématiques  
appliquées

中法  
信息自动化  
与  
应用数学  
联合实验室



INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE  
EN INFORMATIQUE ET EN AUTOMATIQUE

中国科学院  
自动化研究所

# Laboratoire franco-chinois

## de recherche en informatique, automatique et mathématiques appliquées

**La** Chine joue un rôle de plus en plus fondamental dans le développement scientifique et technique international. Le potentiel de ce pays ne repose pas seulement sur la perspective économique d'un très grand marché, mais aussi sur des laboratoires scientifiques de niveau international, et sur l'émergence d'entreprises de haute technologie.

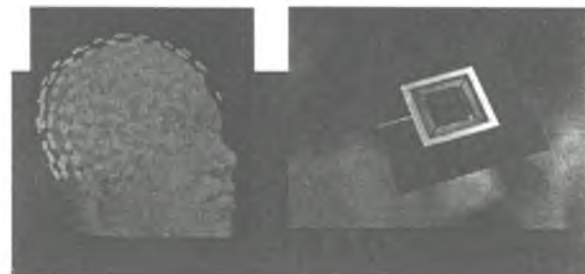
Dans les domaines de l'informatique, de l'automatique et des mathématiques appliquées, l'évolution est particulièrement rapide. Les communautés scientifiques française et chinoise ont sur ces sujets une coopération régulière, fructueuse. Elle s'exerce notamment dans le cadre du Programme de Recherches Avancées franco-

chinois (PRA) dans lequel l'Institut national de recherche en informatique et en automatique (INRIA) et l'Académie des sciences de Chine (CAS) jouent un rôle pilote.

C'est dans ce contexte que l'Académie des sciences de Chine, l'Institut d'automatique en particulier, et l'INRIA ont décidé la création du laboratoire franco-chinois de recherche en informatique, automatique et mathématiques appliquées. L'accord a été signé le 27 janvier 1997. Ce laboratoire, structure permanente de coopération, sera hébergé par l'Institut d'automatique à Pékin.

### *Missions*

- la conduite de projets de recherche associant des scientifiques chinois et français,
- le développement de relations avec les communautés scientifiques et les industriels français ou chinois,
- la réalisation de prototypes pour l'industrie et les services,
- la formation, au travers des activités de recherche visées ci-dessus, d'étudiants et de spécialistes français et chinois.



### *Recherche et transfert*

Au sein du nouveau laboratoire, des recherches seront menées en commun dans les domaines suivants :

- vision par ordinateur, synthèse et traitement d'images
- robotique
- bases de données orientées objet
- calcul scientifique
- automatique
- mathématiques appliquées
- technologies multimédias
- informatique fondamentale
- intelligence artificielle

Le laboratoire privilégiera :

- la diffusion de logiciels issus des deux organismes vers l'industrie et les services utilisateurs
- la publication des résultats des travaux de recherche du laboratoire

# 中 法 信息、自动化与应用数学 联合实验室

中国在世界科技发展中起着越来越重要的作用。中国的潜力不仅在于未来强大的经济市场，而且在于她拥有国际水平的研究室以及新兴的高技术企业。

信息、自动化与应用数学领域的发展尤为迅速。中法科技界在上述领域保持着经常并富有成效的合作。这种合作主要是通过“中法先进研究计划”渠道进行的，在此中国科学院与法国国立信息与自动化研究院起着主导作用。

基于上述情况，中国科学院，特别是中国科学院自动化研究所，和法国国立信息与自动化研究院决定组建“中法信息、自动化与应用数学联合实验室”并于1997年1月27日签署了合作协议。作为一种长期合作的机构，联合实验室将建于中国科学院自动化研究所内。



## 实验室使命

- 从事由中法人员共同参与的科学研究
- 发展中法科技界、工业界的联系
- 为工业界与服务业界开发样机和样品
- 通过上述研究活动，对中法学生和研究人员进行培训

## 研究及技术转让

联合实验室所从事合作研究项目的领域有：

- 计算机视觉、图象合成及处理
- 机器人技术
- 面向目标的数据库
- 科学计算
- 自动化技术
- 应用数学
- 多媒体技术
- 计算机基础科学
- 人工智能





La valorisation d'applications industrielles et socio-économiques, notamment dans les domaines de l'environnement, la santé et l'aéronautique est aussi au cœur de l'activité du laboratoire.

Des relations avec des entreprises françaises ou chinoises seront mises en place pour développer des activités telles que :

- plate-forme de démonstration
- adaptation de logiciels aux marchés chinois ou français
- accueil d'ingénieurs
- conseil en prospective sur les marchés chinois ou français

## Organisation

Le laboratoire, localisé à l'institut d'automatique à Pékin, est ouvert à l'ensemble des communautés scientifiques des deux pays.

L'activité est menée au sein de projets conjoints sélectionnés par un comité d'experts bipartite, après appel à propositions.

## Structure

### Le comité scientifique

Il définit la politique générale du laboratoire, décide de la création de nouveaux projets et du partage de l'accès aux moyens informatiques.  
Il se réunit au moins une fois par an.

#### *Membres du comité scientifique représentant la France :*

Pierre-Louis CURIEN (CNRS-École Normale Supérieure)  
Olivier FAUGERAS (INRIA)  
Gilles KAHN (INRIA)  
Olivier PIRONNEAU (Université Paris VI)

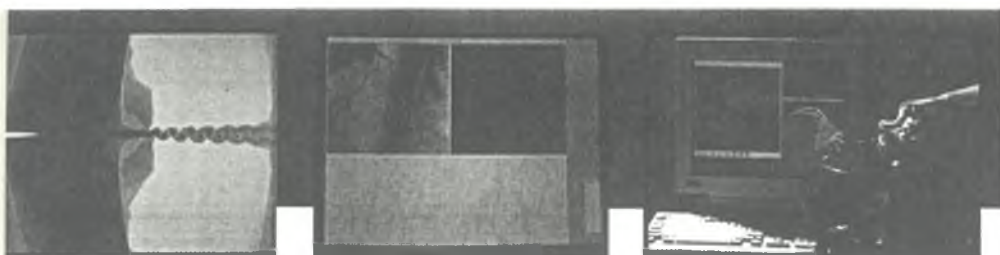
#### *Membres du comité scientifique représentant la Chine :*

HU Qiheng (Académie d'ingénierie de Chine)  
BIAN Zhaoqi (Université de Qinghua)  
SHI Zhongci (Académie des sciences de Chine)  
TANG Zhisong (Académie des sciences de Chine)

### Le Directoire

Le laboratoire est dirigé conjointement par un directeur français et un directeur chinois :

Olivier MONGA, représentant l'INRIA  
MA SongDe, représentant la CAS



联合实验室在下述方面给予特殊优惠:

- 双方软件向工业界和服务行业界的推广
- 发表实验室的研究成果

工业和社会经济应用的增值,特别是在环境、健康、航空领域,同样是实验室的活动重心。

建立与中法企业界的联系,开展如下活动

- 建立演示平台
- 修改软件使之适合中国和法国市场
- 接待工程人员
- 提供中法未来市场信息咨询

## 组织机构

中法联合实验室位于北京市中科院自动化所内,实验室向中法两国科技界完全开放

实验室的科研活动以联合研究项目形式进行。研究项目通过发布项目申请指南,由双方人员组成的学术委员会确定。

## 结构

### 学术委员会

决定实验室的总体方针,设立新的研究项目以及信息设备的分配  
学术委员会一年至少举行二次会议

学术委员会中方成员有:

胡启恒, 石仲慈, 唐稚松(中国科学院)  
边肇祺(清华大学)

学术委员会法方成员有:

Pierre-Louis Curien (法国国立科研中心, 法国高等师范学院)  
Olivier Faugeras, Gilles Kahn (法国国立信息与自动化研究院)  
Olivier Pironneau (巴黎第六大学)

### 主任部

实验室由代表中方的主任与代表法方的主任共同负责

马颂德 中方主任                      Olivier Monga, 法方主任

## *L'INRIA, Institut national de recherche en informatique et en automatique*

Créé en 1967, l'INRIA est un établissement public national à caractère scientifique et technologique, placé sous la double tutelle du ministère de la recherche et du ministère de l'industrie.

### **Les missions de l'INRIA**

- Recherche fondamentale et appliquée
- Réalisation de systèmes expérimentaux
- Valorisation des résultats
- Diffusion des connaissances
- Échanges scientifiques internationaux
- Contribution à des programmes de coopération
- Expertises scientifiques
- Contribution à des actions de normalisation

### **Thèmes de recherche**

- Réseaux et systèmes ;
- Génie logiciel et calcul symbolique ;
- Interaction homme machine, images, données et connaissances ;
- Simulation et optimisation de systèmes complexes.

### **Relations internationales**

Collaborations avec plus de 30 pays

650 scientifiques étrangers reçus chaque année à l'INRIA.

1993, création, avec l'université de Moscou, de l'institut franco-russe A.M. Liapunov d'informatique et de mathématiques appliquées, première structure de coopération bilatérale. Ce modèle de coopération internationale a été renouvelé pour la création du laboratoire franco-chinois.

### **Transfert de technologie**

L'INRIA a favorisé la création de sociétés de technologie à l'initiative d'anciens chercheurs de l'institut (20 sociétés).

### **Quelques chiffres**

- 2 100 personnes, dont 1 700 scientifiques
- 550 doctorants
- budget en 1997 : 495 MF (hors taxes)
- 300 contrats actifs
- 20 sociétés de technologie

## *L'Académie des sciences de Chine*

Fondée en 1949, l'Académie des sciences de Chine, la plus haute institution académique du pays, est un centre de recherche d'excellence dans les domaines des sciences technologiques et des sciences naturelles. Elle regroupe sous trois divisions 123 instituts pour un effectif total de 80 000 personnes dont 60 000 scientifiques.

## *L'Institut d'automatique*

L'Institut d'automatique a été créé en 1956 au sein de la division *application et développement de haute technologie* de l'Académie des sciences de Chine.

### **Activités**

Recherche fondamentale

- reconnaissance de formes
- systèmes complexes
- intelligence artificielle

Ingénierie

- conception de circuits intégrés spécifiques
- techniques d'automatique intégrée
- reconnaissance de caractères chinois

Développement et transfert

- développement d'applications en partenariat avec l'industrie
- un groupe important de sociétés de technologie engagé dans :
  - le transfert de produits de haute technologie
  - la vente de matériel informatique et d'équipement d'automatique

### **Formation**

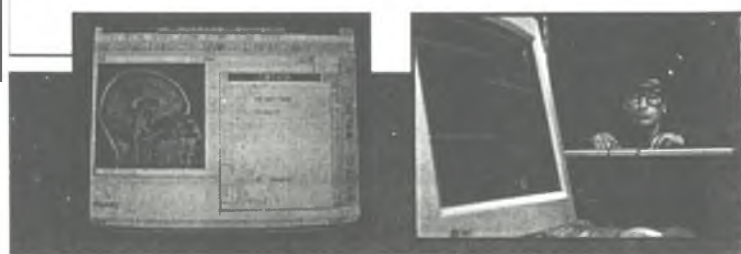
3e cycle scientifique, DEA, doctorants  
Publication de la revue bimestrielle *Acta Automatica sinica* en chinois et en anglais

### **Relations internationales**

Coopérations internationales en particulier avec la France, l'Allemagne, le Japon, Singapour et les Etats-Unis.

### **Quelques chiffres :**

- 144 professeurs et professeurs attachés
- 190 étudiants en master, doctorants et post-doctorants
- 360 salariés dont 40 administratifs
- budget annuel : 50 Millions de Yuans.



## 法国国立信息与自动化研究院

组建于 1967 年，是一个从事科学技术研究的国立机构，隶属于法国科研部和工业部。

法国国立信息与自动化研究院的使命是

- 基础和应用科学研究
- 建立试验系统
- 成果增值
- 知识推广
- 国际科技交流
- 实施合作计划
- 科学鉴定
- 促进标准化

研究方向有

- 网络与系统
- 软件工程，形式计算
- 人机交互，图象，数据库，知识
- 复杂系统模拟及优化

国际合作

与 30 多个国家有合作关系，每年接待 650 位国外科技人员

1993 年与莫斯科大学一起在莫斯科组建了第一个双边合作机构，“法俄信息与应用数学李亚朴诺夫研究所”。在此基础上又组建了中法联合实验室。

技术转让

法国国立信息与自动化研究院鼓励研究院过去的研究人员成立新技术公司（20 个这样的公司）

- 共有 2100 人，其中 1700 人为研究人员
- 550 位博士生
- 1997 年经费预算：四亿九千五百万法国法郎（税后值）
- 300 份合同
- 20 个高新技术公司

## 中国科学院

组建于 1949 年，是中国自然科学与技术科学研究的最高研究机构。中国科学院下属 123 个研究所，共有 8 万多人员，其中 6 万多为研究人员。

### 中国科学院自动化研究所

组建于 1956 年，属于中国科学院高技术发展与应用部分。

科研活动

基础研究

- 模式识别
- 复杂系统
- 人工智能

应用研究

- 特殊集成电路设计
- 自动化集成技术
- 汉字识别

开发及技术转让

- 与工业界联合进行应用开发
- 一个新技术集团公司（中自公司），主要从事  
高技术产品转让  
出售信息设备与自动化设备

人才培养

硕士、博士生培养

出版中、英文双月刊期刊《自动化学报》

国际合作

与法国、德国、日本、新加坡、美国等国家有合作关系

- 144 位研究员、副研究员及高级工程师
- 190 位博士后、博士和硕士生
- 360 位固定人员，其中 40 人为管理人员
- 年度经费 5 千万元人民币





Laboratoire franco-chinois  
de recherche en informatique,  
automatique  
et mathématiques appliquées

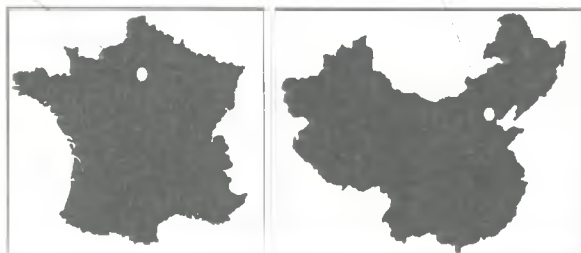
Institut d'automatique  
de l'Académie des sciences de Chine  
P.O.Box 2728 Pékin 100080 Chine

中 法  
信息、自动化与应用数学  
联合实验室

中国科学院自动化研究所  
2728 信箱, 100080 北京, 中国



中国科学院自动化研究所



## 联合实验室主任部

马颂德 中国科学院自动化研究所 2728 信箱, 100080 北京, 中国

电话: +86-10-62555513 传真: +86-10-62551993

电子信箱: masd@prlsun2.ia.ac.cn <http://www.ia.ac.cn/>

Olivier MONGA 法国信息与自动化研究院, INRIA-Rocquencourt

Domaine de Voluceau BP105, 78153 Le Chesnay Cedex France

电话: +33-1-39635301 传真: +33-1-39635771

电子信箱: Olivier.Monga@inria.fr <http://www.inria.fr/>

## Directeurs du laboratoire franco-chinois :

Olivier Monga  
INRIA - Domaine de Voluceau  
BP 105  
78153 Le Chesnay Cedex  
France

Tél : +33 1 39 63 53 01  
Fax : +33 1 39 63 57 71  
Olivier.Monga@inria.fr  
<http://www.inria.fr>

Ma SongDe  
Institut d'automatique  
de l'Académie des sciences de Chine  
P.O.Box 2728  
Pékin 100080 Chine

Tél : 86 10 62 55 55 13  
Fax : 86 10 62 55 19 93  
e-mail : masd@prlsun2.ia.ac.cn  
<http://www.ia.ac.cn/>



National Laboratory of Pattern Recognition

*NLPR*

Institute of Automation  
Chinese Academy of Sciences



National Laboratory of Pattern Recognition  
Institute of Automation, Chinese Academy of Sciences  
P.O. Box 2728, Beijing 100080  
The People's Republic of China

# *Introduction*

The National Laboratory of Pattern Recognition (NLPR) was established in 1987 and is one of the 155 or so state key laboratories in China. It is affiliated to the Institute of Automation of the Chinese Academy of Sciences. The NLPR specializes in basic and applied research in the broad field of pattern recognition, including computer vision, image processing, multimedia technology, and man-machine speech communication. The mission of the NLPR is to establish novel theories and algorithms in pattern recognition, to create prototype systems, to facilitate technology transfer to industries, and to promote international exchange and collaboration.

The current faculty of the NLPR includes 11 researchers, 3 engineers, 2 administrative secretaries, and 4 post-doctoral research fellows. There are also 20 guest researchers and some 50 Ph.D. and master students. The NLPR's activities center on six groups, namely, the Computational Vision Group, the Robot Vision Group, the Image Processing and Multimedia Technology Group, the Computer Graphics and Pattern Recognition Application Group, the Man-Machine Speech Communication Group, and the Technical Services Group. As a state key laboratory, the NLPR receives regular financial supports from the Chinese Academy of Sciences, the State Science and Technology Commission, and the State Planning Commission. The Laboratory also attracts funds through research and development contracts from the National Natural Sciences Foundation of China, the State Defense Science and Industry Commission, the State High-Technology Development Program, international cooperation programs, and industries. The proportion of different sources of funding in 1996 is shown in the last graph on the preceding page. Since its inception in 1987, the NLPR has published 3 books and nearly 600 research papers in well-known journals and international conferences. It won the Natural Sciences Prize of the Chinese Academy of Sciences in 1992, 1993 and 1996 respectively. With a decade's constant efforts, the NLPR has become one of the most prominent laboratories in China.

## Prof. Song De Ma

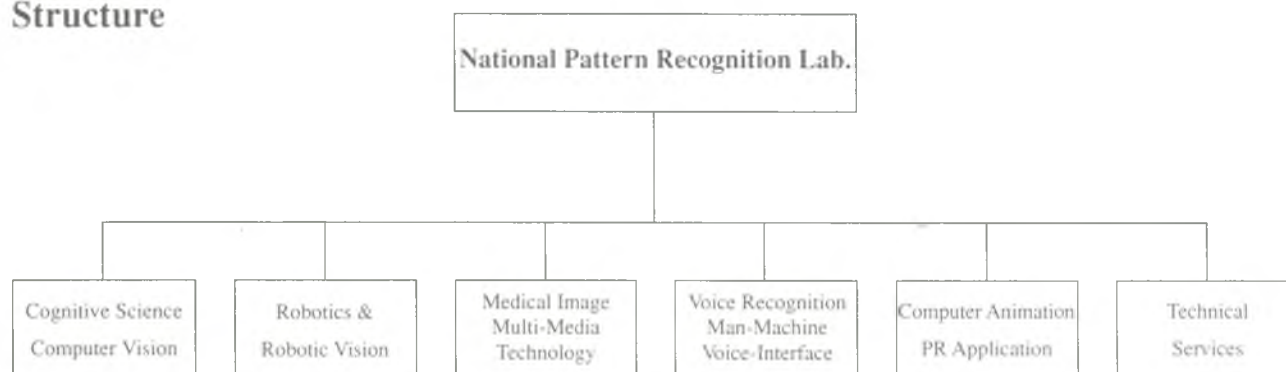
Song De Ma received the B.S. degree in automatic control from Hsinghua University. He received the Ph.D. degree from the University of Paris 6. He received the "Doctôrat d'Etat es Science" degree in image processing and computer vision from INRIA, France.

He was an invited Researcher in the Computer Vision Laboratory, University of Maryland, College Park, in 1983, and the Robot Vision Laboratory in INRIA, France, during 1984-1986. Since 1986, he has been a Research Professor and the Director of the National Pattern Recognition Laboratory of Institute of Automation in Chinese Academy of Sciences. He is the author or co-author of over 130 journal and conference papers. His current research interests include image processing, 3-D computer vision, robotics, computer graphics, and multimedia technology.

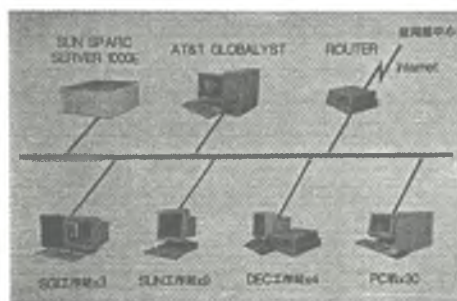
Dr. Ma is a member of the Executive Expert Committee of the Chinese National High Technology Program. He obtained the Best Paper Award and the Best Technique Award in EUROGRAPHIC'85 in 1985 and obtained the Outstanding Young Scientist Award of the Chinese Academy of Sciences in 1990. He is an Associate Editor of the *International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence*.



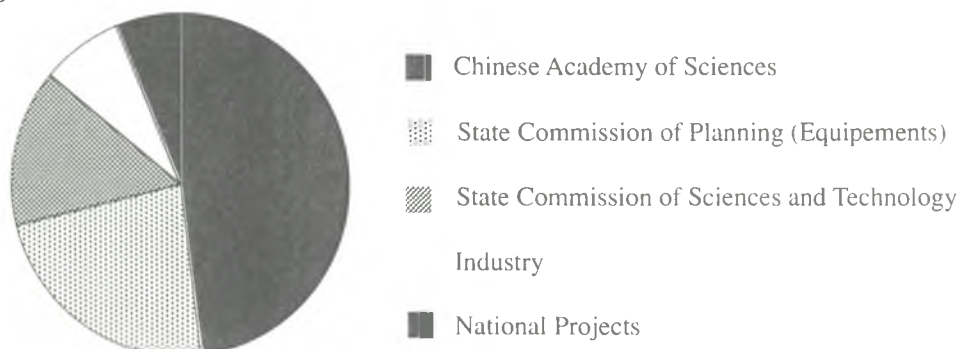
## Structure



## Equipment



## Major resources



## 1: Study on visual Cognition Process Using EEG and MRI Images.

Fig1a: Combination of EEG image with MRI image

Fig1b: Reactions of the visual cortex region (Region A) and non-visual cortex region (Region B) under visual stimuli.

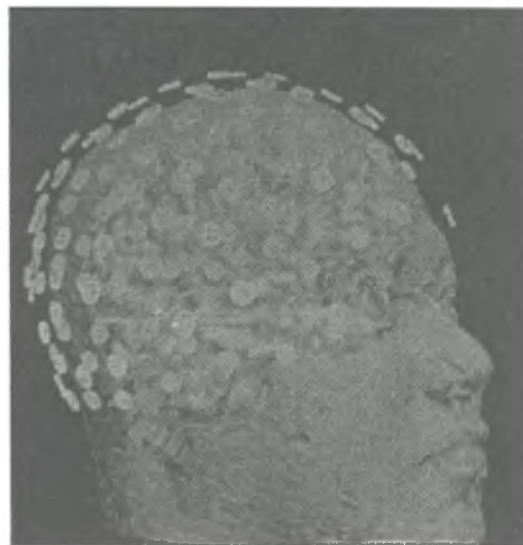


Fig 1a



Fig 1b



Fig 2



Fig 3

## 2: Vision Guided Robot Navigation System

As shown in Fig2, the system is composed of a pan-tilt-translation camera platform and an omni-directional vehicle. The platform has 7 degrees of freedom. The precision of translation of the platform is 0.01mm, and that of rotation 0.01 degree. The omni-directional vehicle can move in any direction. The entire system was designed and manufactured by our institute and a similar one was exported to the Chinese University of Hong Kong in 1994. The system presently relies exclusively on the visual information from the 2 CCD cameras mounted on the platform to guide the vehicle. The inverse perspective projection and stereo methods are used for the obstacle detection, and the Taboo search and back projection ones are used for the robot self-localization in the system.

## 3: Content Based Image Database

This is a Sino-French Joint Project with the INRIA., France. The system helps users to retrieve images based on specified contents. The figure 3 shows a Video Parser. Firstly, the parser processes shots detection and cuts video shots automatically. Then, each shot is represented by a key-frame. Key-frames are treated as still images in the database. During query, key-frames are the basic units initially returned. After key-frames are selected, their features, such as texture, shape, color, are then extracted, and these features are used as indices to key-frames in the database. Besides, the camera motion, such as panning, tilting, zooming, can be determined by motion analysis.



## 4: Medical Image Processing

Medical Image Processing is a very important issue in computer vision and image processing field. Our major research activities in this field are concentrated on the following 4 aspects:

- **1. 3D Visualization**

An Iso\_Surface Algorithm was developed which is more accurate than the Tranzlization Algorithm.

- **2. Segmentation**

A novel concept., namely Thin Network Extration in 3D images, was introduced. Its application to the segmentation of vessels from human brain's MRIs is proved to be extremely efficient.

- **3. Scale Space Representation**

Quite a number of papers were published in this fiels in international and national journals. An edge detection package was developped and appliedd successfully to human brain's MRIs ...

- **4. Feature Extraction and Matching**

Fearture extration is the essential part in image matching. By combining geomatic approaches with neural network ones, we have sucessfully extracted the crest points in 3D CT images.

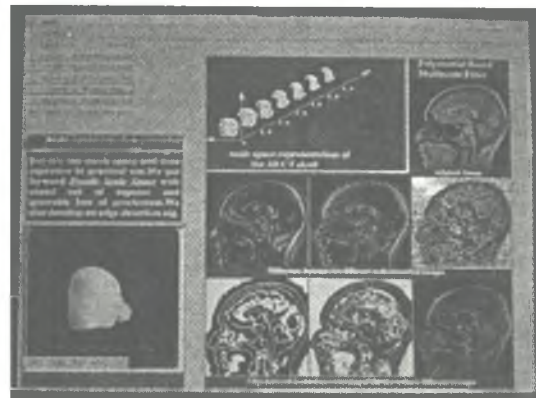


Fig 4

## 5: Multi-Media Based Diagnostic Conference System

The project was support by the National High Technology Program. The system will be used in the biggest hospital in China. This project aims to set up a tele-conference system with application in hospitals where doctors at different sites can discuss diagnostic information over the net. This system integrates distributed multimedia patient data and gives doctors transparent access to them through a single multimedia PC. In conjunction with this integration, the system provides a real-time conferencing ability, such as white-board, real-time talking, etc., to diagnose patient information. The system as an easy-to-use, doctor-friendly, low cost multimedia information integration environment and cooperative diagnostic system has-shown its potential in the computerization of hospitals. It is an easy way to build a cooperative medicine working environment with this system and make all works going on more smoothly and efficiently.

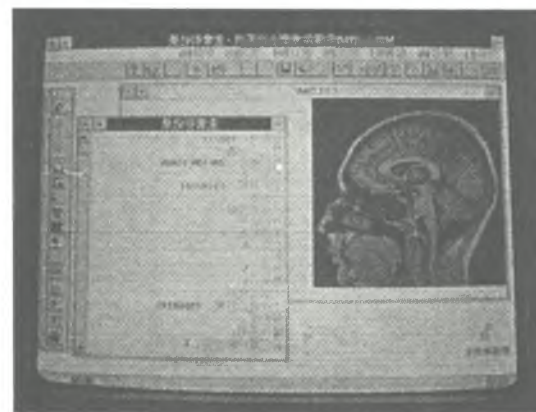


Fig 5



## 6: 3D Hand-Features Based Human Identification System

Biometric identification is the automatic assessment of a unique body feature. Hand identification system is a biometric system that provides a nontransferable means of identifying people not just cards or badges. The system uses an active triangulation-based laser range finder to obtain the 3D hand image for extracting the geometrical features to identify human. The 3D shape of a person's hand has several advantages as an identification device.

High user acceptance, no intrusive technology

Fast and easy enrollment and use

Low false reject rate

Little effort or attention is required on the user's part

High accuracy makes it more impossible to fraud

The hand identification system can be used by financial institutions, medical facilities, insurance companies, security agencies, government and commercial organizations requiring positive identification.



Fig 6a

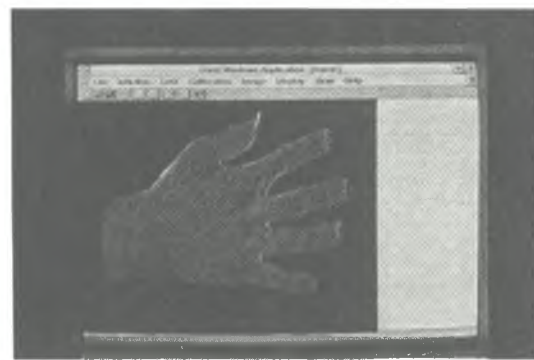


Fig 6b

## 7: Dictation System for Chinese Language

The system is a large vocabulary speaker-independent speech recognition system with about 30,000 words. It can recognize Mandarin in phrase mode from any user. CDHMM is adopted for subsyllable modeling. A trigram statistical language model clarifies the homonyms and disambiguity caused by the acoustic matching. The system works under PC computer environment without additional DSP board need. Averagely 90% character accuracy can be achieved for daily news input. The new version that can recognize continuous Mandarin is being developed.



Fig 7

## 8: The VOTIRS System based on Speaker-Independent Continuous Speech Recognition

VOTIRS actually is a speech understanding system for tourism information retrieval that can provide:

- ( Navigation assistance within Beijing region, and

- ( Information about the place, traffic route, open hours and weather conditions of some scenic spots and historic sites within this region.

VOTIRS can accept continuous speech input from any user with Mandarin. It provides output in the multimedia form of text, graphics, image and speech. The system works under PC environment, no special DSP card needed.



Fig 8

## 9: A Novel Energy-based Approach for Line Contour Extraction

Humans can easily extract roads from images since humans can find the global saliency of roads. How to represent global saliency has been a challenging problem. Here, we propose an energy functional to represent this saliency. Based on the proposed energy functional, we proposed a new and efficient approach for road tracking and extraction. Our approach consists of the following three steps: 1) An edge detector is used to convert the original satellite image into a binary edge map (EM) and an edge tracing process follows. From the EM, it is shown that the roads boundaries are in general overwhelmed by background noise and broken into many parts. 2) The proposed energy functional is employed to track the road chains and link the broken road segments into a set of new edge chains. It is possible that in this process, some non-road edge chains are also linked into new edge chains. Then the saliency of each new chain is computed by the energy functional and based on which the chains are ranked. The most salient chains are considered as the tentative candidates of roads. 3) Through the generic knowledge about roads, we can easily discard the false road chains, and obtain the real road boundaries from the remaining chains. The images below show that the proposed approach is efficient and without heuristic search.

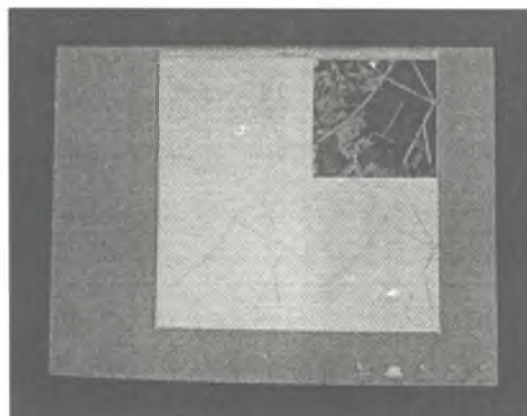


Fig 9

Road Extraction from satellite images



Fig 10

Blood vessel extraction from medical images

- (a): Original images
- (b): Binary images after edge detection
- (c): Tentative candidates (after Step 2).
- (d): Final results (after Step 3).

a	b
c	d